

Вариант реализации специализированного микроконтроллера с цифровым сигнальным процессором с расширяемым набором команд на базе шины данных с протокольной адресацией

Астафьев Павел Андреевич

Барценков Антон Александрович, Фальшин Семен Александрович

Южный федеральный университет

Резниченко Лариса Андреевна, д.ф.-м.н.

l.b.e.9.w.4.a.9.p@yandex.ru

Одной из современных тенденций развития радиолокационных систем является комбинирование видов модуляции радиосигналов в одном устройстве. Это приводит к необходимости применения цифровых комплексов для формирования, приема и обработки радиосигналов. Однако, комбинирование видов модуляции требует усложнения схемотехники устройства при использовании набора микроконтроллеров и цифровых сигнальных процессоров. Необходима разработка микроконтроллера, который позволит комбинировать виды модуляции сигналов, обеспечит универсальность. Далее представлен вариант реализации специализированного микроконтроллера с цифровым сигнальным процессором с архитектурой набора команд нефиксированной длины с интегрированным ядром цифрового сигнального процессора. Благодаря модульности архитектура имеет широкие возможности для расширения. Архитектура реализована на базе интегральной схемы с программируемой логикой (ПЛИС).

Среди задач, поставленных перед настоящей работой было формирование потока данных из памяти, представляющего собой набор отсчетов синфазной и квадратурной составляющей комплексного сигнала, выдача отсчетов сигнала по параллельной шине данных на ЦАП с частотой дискретизации не менее 100 МГц, прием вещественных отсчетов сигнала с АЦП с частотой дискретизации не менее 100 МГц, а также цифровая обработка сигналов, включающая цифровую фильтрацию и спектральный анализ.

Архитектура должна обладать возможностями квадратурной демодуляции входного импульсного сигнала, выполнения децимирующей фильтрации с переменным коэффициентом децимации, приема команд по нескольким различным интерфейсам одновременно и параллельной обработки команд и данных. Кроме того, необходимо иметь возможность формирования сигналов любых форм модуляции из памяти или методом прямого цифрового синтеза.

Для выполнения выше поставленных задач в микроконтроллере имеется набор модулей цифровой обработки сигналов, связанный со внешними интерфейсами, через систему обработки и хранения команд. Все модули в совокупности представляют собой ядро процессора. Особенностью разработанной архитектуры является отсутствие выделенной шины адреса для внутренних интерфейсов. Это позволило реализовать адресацию на уровне протоколов, используя расширяемое общее пространство адресов для всех периферийных устройств.

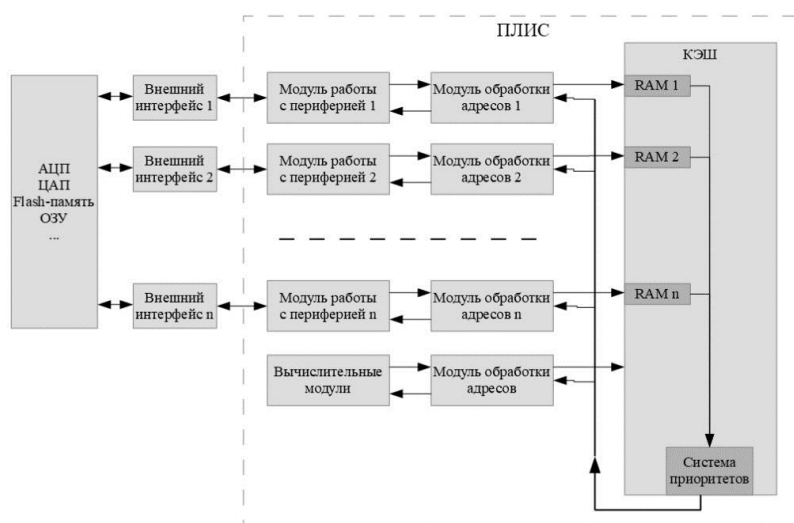


рис.1. Принципиальная схема архитектуры ЦСП.

Разработанная архитектура состоит из модулей работы с периферией модулей обработки адресов, быстрого КЭШа команд-данных, и специализированных вычислительных модулей (рис.1). Модули работы с периферией формируют 16-разрядный поток команд-данных с адресом целевого периферийного блока. Набор команд подразумевает общую адресацию для команд и данных. Разрядность шины команд-данных обусловлена разрядностью используемых АЦП и ЦАП. Все модули работы с периферией связаны с быстрым КЭШем через модули обработки адресов. В КЭШе реализована система приоритетов, позволяющая принимать и выставлять в очередь команды и данные для дальнейшей конвейерной обработки. Данные из КЭШа поступают на модули обработки адресов, после чего команда или данные в зависимости от адреса направляются в целевой периферийный модуль. Благодаря системе приоритетов, данные, требующие высокой скорости вычислений, проходят через КЭШ без буферизации, что позволяет реализовать конвейерную обработку данных. Специализированные вычислительные модули, выполняющие промежуточные действия, имеют собственную выделенную шину данных для максимизации скорости вычислений.

Результаты исследования найдут применение в наземных и бортовых радиолокационных комплексах [1,2]. В дальнейшем планируется переход от программной реализации архитектуры к аппаратной, что позволит сократить применение зарубежной электронной компонентной базы.

Список публикаций:

[1] FanWang, Huotao Gao, Lin Zhou, Qingchen Zhou, Jie Shi, Yuxiang Sun, "Design and FPGA implementation of digital pulse compression for HF chirp radar based on modified orthogonal transformation", *IEICE Electronics Express*, Vol.8, P1736-1742, October-25-2011.

[2] Samarah A.A Novel Approach for Generating and Processing Digital Chirp Signals Using FPGA Technology for Synthetic Aperture Radar (SAR) Applications, Dissertation, Siegen, Germany, University of Siegen, 2012, 122 c.

Возможности использования скачков Баркгаузена для контроля напряженно-деформированного состояния ферромагнитных материалов

Багаутдинов Данил Адипович

Баширский государственный университет

Гарифуллин Наиль Муниахметович, к.ф.-м.н.

Danil.bagautdinov.98@bk.ru

В процессе эксплуатации магистральные газо-нефтепроводы подвергаются воздействию поперечных и продольных сил, изменяют свое первоначальное положение, что приводит к появлению в материале труб чрезмерных напряжений и деформаций, а в локальных дефектосодержащих участках – к концентрации напряжений и, как следствие, к их разрушению. Поэтому при эксплуатации трубопроводов для оценки их несущей способности важно непосредственными измерениями контролировать фактические напряжения и деформации.

Одними из перспективных неразрушающих методов измерения и контроля механических напряжений являются электромагнитные методы, основанные на связи магнитных характеристик ферромагнитных материалов с механическими напряжениями, возникающих в них. Как известно [1], при намагничивании и перемагничивании ферромагнетиков намагниченность не является плавной функцией поля, а представляет собой набор дискретных изменений в виде необратимых скачков намагниченности различной величины (рис.1), которые были названы скачками Баркгаузена.

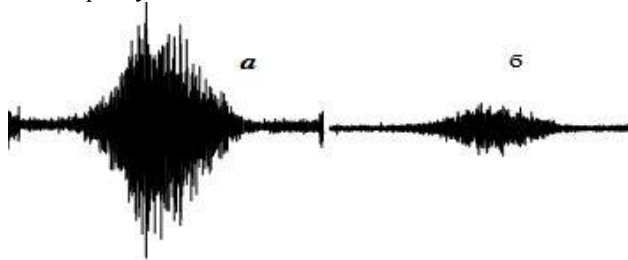


рис.1 Форма шумового сигнала от скачков Баркгаузена при напряжениях растяжения а) и сжатия б)

Результаты изучения эффекта Баркгаузена показывают принципиальную возможность применения данного метода и сопутствующих ему магнитных шумов для неразрушающего контроля напряжений в ферромагнитных материалах и изделиях из них. Эффект Баркгаузена является чувствительным индикатором изменений химического и фазового состава, структурного и напряженного состояний ферромагнетика и может быть использован для анализа изменения свойств изделий в процессе их эксплуатации. Наиболее